

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу **Повжика Петра Петровича** на тему **«Научно-методическое обоснование технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти Припятского прогиба»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4.

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Представленная на оппонирование диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов и заключения. Содержит 334 страницы машинописного текста, включая 118 рисунков, 49 таблиц, библиографический список использованной литературы из 275 наименований, приложения на 5 страницах.

Актуальность тематики диссертационной работы.

Процесс разработки нефтегазовых месторождений на всех стадиях сопровождается изменениями геолого-физических свойств пластовых систем, обусловленными измененными термобарическими условиями продуктивных пластов, фазовыми проницаемостями флюидов, степенью нефтенасыщения, фильностью вмещающих пород и рядом других свойств. Все эти процессы негативно влияют на эффективность технологий разработки, применяемых на начальных стадиях эксплуатации залежей, способствуют формированию в залежах трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ). Рентабельность разработки залежей значительно снижается. Некоторые объемы ТРИЗ переходят в категорию нерентабельных. В этих условиях возникают большие проблемы для поддержания объемов добычи нефти на достигнутых уровнях. В этой связи при проектировании разработки нефтегазовых месторождений с ТРИЗ и выработке управленческих решений по поддержанию объемов добычи необходимо иметь арсенал новых эффективных технологий, применение которых позволяет воздействовать на основные геолого-физические особенности, характеризующие ТРИЗ и значительно повышать темпы их отбора и КИН.

Нефтяные месторождения Припятского прогиба разрабатываются практически 60 лет. За рассматриваемый период в пределах Припятского прогиба открыто более 90 месторождений углеводородов, включающих 351 залежь. Из них в промышленной разработке находятся 308 залежей на 65 месторождениях. При этом значительная часть месторождений Припятского нефтедобывающего региона находятся на завершающей стадии разработки. Ресурсная база региона по запасам нефти ограничена. Текущий коэффициент использования извлекаемых запасов по основным залежам составляет 70 – 90%. При этом остаточные запасы нефти, в основном, относятся к категории ТРИЗ, доля которых в суммарном объеме текущих извлекаемых запасов приближается к 70%. Объемы добычи нефти постоянно снижаются.

Опыт разработки нефтяных месторождений Припятского прогиба показывает, что поддержание высоких темпов добычи нефти, рентабельного

извлечения остаточных ТрИЗ требует постоянной разработки и внедрения все более совершенных и эффективных методов воздействия на пласты.

Для увеличения темпов отбора и коэффициента извлечения нефти (КИН) требуется адресная работа с открытыми и обустроенными месторождениями и оставшимися в залежах запасами, поиск новых способов и технологий увеличения степени их освоения. Поиск новых инновационных подходов, методов и технологий для повышения рентабельности разработки оставшихся ТрИЗ является весьма актуальной задачей.

Таким образом, диссертационная работа, посвященная разработке научно-методического обоснования технологий разработки ТрИЗ нефти Припятского прогиба, комплекса технологических решений для активизации выработки ТрИЗ, поддержания уровней добычи нефти в регионе является весьма актуальной, теоретически и практически значимой.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность, научная новизна и теоретическая значимость.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна доказаны решением в рамках диссертационного исследования следующих задач:

1. Соискателем выполнен анализ и оценка соответствия существующих подходов к применению новых технологий разработки месторождений углеводородов геолого-физическим свойствам и проблемам разработки ТрИЗ Припятского прогиба. Это позволило разработать алгоритм системно-адресного планирования применения комплекса новых технологий для повышения эффективности выработки ТрИЗ, устанавливающий структурные связи между геолого-геофизическими свойствами ТрИЗ, проблемами их разработки и граничными условиями эффективного применения технологий. Эта задача решена в первом разделе диссертационной работы, в котором представлены методологические основы планирования технологий повышения эффективности разработки ТрИЗ.

2. Во втором разделе проведены исследования особенностей геологического строения и формирования залежей нефти месторождений Припятского прогиба с нетрадиционными коллекторами, что позволило оценить потенциал по извлекаемым запасам для освоения месторождений с ТрИЗ в нетрадиционных коллекторах. В этом разделе обоснован первый пункт новизны, который заключается в следующем: впервые установлено, что формирование залежи нефти в нетрадиционных коллекторах I-III пачки Речицкого месторождения происходило в условиях генерирования углеводородов как из собственного органического вещества (ОВ), так и за счет миграции из погруженной части Речицко-Шатилковской ступени. Результаты выполненных пиролитических исследований керн и расчетов коэффициента трансформации ОВ позволяют прогнозировать зоны

локализации запасов углеводородов в нетрадиционных коллекторах других участков их распространения в Припятском прогибе.

3. В третьем разделе разработаны научно обоснованные технологические решения, направленные на повышение эффективности нефтеизвлечения в обводненных зонах пластов с высокой выработкой запасов и характеризующихся наличием боковых стволов в структуре эксплуатационного фонда скважин. Определены оптимальные параметры применения технологии циклического дренирования участка залежи основным и боковым стволами, в том числе обоснование периода сегрегации нефти при реализации предложенной технологии.

Выполнено обоснование технологии эффективной эксплуатации карбонатного коллектора трещинно-порового типа, обеспечивающей массообмен в системе «матрица-трещины-скважина» посредством циклического комплексного воздействия на продуктивные пласты и оценка величины перепада давления между матрицей и трещинами коллектора, необходимого для гидродинамического воздействия в соответствии с предложенной технологией циклического многоэтапного метода повышения нефтеотдачи пласта (ПНП). В результате исследований, выполненных в этом разделе сформулированы следующие 2 положения научной новизны:

- впервые для месторождений Припятского прогиба на основании гидродинамического моделирования и данных промысловых экспериментов разработан подход к оценке продолжительности периода сегрегации нефти, позволяющий корректно обосновать значения параметров реализации технологии совместной эксплуатации основного и бокового стволов скважин;

- впервые для геолого-физических условий нефтяных месторождений Припятского прогиба установлена зависимость начального градиента фильтрации от абсолютной проницаемости матрицы коллектора, что позволило обосновать применимость нестационарного (циклического) воздействия посредством многоэтапного регулирования амплитуды и градиента давления между блоками и трещинами.

4. В четвертом разделе изложены результаты разработки и внедрения технологий увеличения КИН в залежах с ТрИЗ, приуроченных к низкопроницаемым пластам. Предложены, опробованы и внедрены ряд технических и технологических решений, обеспечивших дополнительную добычу нефти в регионе в объеме 923 тыс. т. за период с 2011 по 2021 гг. Дальнейшее внедрение технологий предусмотрено на 150 скважинах, ожидается получение дополнительной добычи нефти более 1,5 млн. т, что позволит получить средний прирост КИН на уровне 10,3%.

5. В пятом разделе решались проблемы разработки и внедрения комплекса технологий для разработки небольших залежей с ТрИЗ, вскрытых одиночными скважинами. Исследования, выполненные при решении этих проблем, позволили сформулировать следующие 2 положения научной новизны:

- научно обоснована возможность полного использования упругой энергии истощенных залежей с низким пластовым давлением и снижения пластового давления до предельного, близкого к нулю, исключая риск смятия эксплуатационной колонны и позволяющая увеличивать конечный КИН;

- установлена возможность повышения фильтрационных свойств низкопроницаемых засоленных коллекторов при воздействии на них пресной или подкисленной водой, что является основой эффективных технологий освоения и эксплуатации скважин в указанных осложненных условиях. Для условий Березинского месторождения получена зависимость прироста коэффициента продуктивности скважин от объема используемого агента.

6. В шестом разделе автором разработана методология планирования зон заложения скважин, технологии их заканчивания, направленная на увеличение объемов дренирования пластов (охвата пластов дренированием), представленных нетрадиционными коллекторами. Разработаны подходы к проектированию архитектуры скважин и их размещению, позволяющие осваивать запасы нефти в нетрадиционных коллекторах, на основании комплексного анализа геолого-физических параметров, материалов геохимических и геомеханических исследований. По результатам исследований этого раздела сформулирован 6-ой пункт научной новизны: по данным выполненных комплексных исследований керна получены зависимости между основными упругими и прочностными свойствами нетрадиционных коллекторов Припятского прогиба, что является теоретической основой разработки технологий заканчивания и эксплуатации скважин в нетрадиционных коллекторах с применением многостадийного гидравлического разрыва пласта.

В результате обобщения доминирующих численных критериев эффективности для каждого из предложенных и опробованных в диссертационной работе технологических решений разработан механизм системного адресного планирования технологий ПНП для увеличения КИН ТриЗ Припятского прогиба, в котором объединены и отражены все доминирующие геолого-промысловые критерии по всем рассмотренным автором технологиям. Программная реализация механизма системного адресного планирования технологий позволяет осуществлять цифровое планирование представленных технико-технологических решений.

Достоверность исследований, выполненных соискателем, определяется применением современного лабораторного оборудования для проведения экспериментов, результатами стандартных и специальных керновых исследований, геолого-гидродинамическим моделированием, реализацией программ промысловых испытаний и фактического внедрения, обработкой значительного объема эмпирических данных.

Методологическую и методическую основу работы составляют теоретическое обобщение и критический анализ зарубежного и

отечественного опыта по разработке и внедрению технологий разработки ТрИЗ.

Теоретическая значимость работы характеризуется сформулированными и представленными соискателем положениями научной новизны, которые раскрывают новые свойства коллекторов с ТрИЗ, позволившие определить направления воздействия на них технологических решений, разработать, опробовать и внедрить технологии для рентабельной разработки ТрИЗ.

Значимость полученных результатов для практики.

Практическая значимость диссертационного исследования несомненна. Она доказана и подтверждена следующими положениями:

1. Разработан универсальный алгоритм системно-адресного планирования новых технологий разработки ТрИЗ, устанавливающий структурные связи между геолого-геофизическими свойствами ТрИЗ, проблемами их разработки и граничными условиями эффективного применения технологий.

2. Разработана и внедрена для месторождений Припятского прогиба классификация ТрИЗ с дифференциацией их на отдельные классы по свойствам нефтей, неблагоприятным характеристикам коллекторов и технологическим проблемам разработки, что позволило выявить групповые характеристики объектов для дифференцированного подбора адресных технологий воздействия с целью увеличения темпов отбора и КИН.

3. Разработанная схема обоснования зон первичного вскрытия нетрадиционных коллекторов Припятского прогиба позволила реализовать первый системный проект с оптимальной траекторией скважины и длиной ее горизонтального участка, технологией заканчивания и освоения, что обеспечило увеличение в три раза темпа извлечения ТрИЗ.

4. Установлены оптимальные условия и режимы практической реализации предложенных технологий, обоснованы геолого-промысловые критерии их эффективного применения, спрогнозированы ожидаемые приросты КИН.

5. Практическое внедрение предложенных технологий на нефтяных месторождениях Припятского прогиба показало их эффективность, так, дополнительно получено более 3,0 млн т нефти, по ряду залежей зафиксировано увеличение КИН на 3–5 %.

Основные положения диссертации легли в основу программ опытно-промысловых и внедренческих работ, направленных на интенсификацию добычи нефти на объектах Припятского прогиба с ТрИЗ.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.

Результаты диссертационной работы Повжика Петра Петровича рекомендуются к широкому применению как на нефтегазовых

месторождениях Республики Беларусь, так и других нефтегазоносных регионов.

Особый интерес представляют подходы к разработанной соискателем принципиальной схеме обоснования зон заложения и технологии заканчивания новых скважин для разработки нетрадиционных коллекторов, так как проблема освоения нетрадиционных коллекторов актуальна для многих нефтегазоносных регионов.

Замечания по работе.

По диссертационной работе есть следующие замечания:

1. Приведенные сведения о распределении залежей нефти Припятского прогиба по стратиграфическим комплексам пород не несут в себе информационной нагрузки, связанной с темой диссертации. Их можно было не размещать в тексте диссертации в связи с ее большим объемом.

2. Детальная геолого-петрофизическая модель петриковско-елецкого резервуара с получением кубов пористости и глинистости построена с учетом специфики представлений о традиционном типе коллектора. В работе не раскрывается в чем специфика этих представлений.

3. При обосновании механизма формирования залежей нефти в нетрадиционных породах I – III п. Речицкого месторождения автор указывает, что отличия в свойствах нефтей свидетельствуют, как минимум, о двух разных «порциях» миграции флюидов из более погруженных (глубинных) источников. Однако при этом не указывается в каких свойствах и на каких участках залежей есть отличия.

Указанные замечания не снижают ценности и значимости выполненных автором исследований.

Заключение.

Считаю, что диссертационная работа Повжика Петра Петровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся научно обоснованные технологические решения, позволяющие эффективно планировать их адресное воздействие на конкретные геолого-физические свойства классов ТРИЗ, значительно увеличить темпы их отбора, что имеет как научное, так и существенное практическое значение для нефтедобывающей отрасли Республики Беларусь. По содержанию и полноте изложенного материала диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа «Научно-методическое обоснование технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти Припятского прогиба», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский

национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор, Повжик Петр Петрович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
(специальности 01.04.14 Теплофизика
и теоретическая теплотехника, 25.00.10
Геофизика, геофизические методы
поисков полезных ископаемых),
главный научный сотрудник
лаборатории волновых процессов в
бурении нефтяных и газовых скважин,
Научный центр нелинейной волновой
механики и технологии РАН, филиал
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт машиноведения им. А.А.
Благонравова Российской академии
наук

« 26 » 03 2024 г.



Федоров Вячеслав
Николаевич

Я, Федоров Вячеслав Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Контактные данные:

Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук
«Научный центр нелинейной волновой механики и технологии РАН»
119334, Москва, ул. Бардина, 4
Телефон: +7 (495) 6288730
Адрес электронной почты: fed_vyach@mail.ru

Подпись Федорова Вячеслава Николаевича заверяю:
инспектор по кадрам НЦ НВМТ РАН

Кузина С.В.